

PAT-NO: JP02000092766A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000092766 A  
TITLE: STATOR OF AC GENERATOR FOR VEHICLE

PUBN-DATE: March 31, 2000

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
------	---------

UMEDA, ATSUSHI	N/A
----------------	-----

SHIGA, TSUTOMU	N/A
----------------	-----

KUSASE, ARATA	N/A
---------------	-----

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
------	---------

DENSO CORP	N/A
------------	-----

APPL-NO: JP10252816

APPL-DATE: September 7, 1998

INT-CL (IPC): H02K003/28 , H02K003/12

**ABSTRACT:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To conduct jointing work of a plurality of segments by means of an automatic device suitable for mass production without need for manual work by a worker, by forming a single phase of winding out of a lap winding and a wavy winding mixed with each other.

SOLUTION: This stator of an AC generator for vehicle involves a stator core having a plurality of stators and a stator winding formed by connecting a plurality of electric conductors mounted on the stator core. A single phase winding included in the stator winding is formed by connecting lap windings 311, 313 and wavy windings 312, 324. The electric conductor forming a part of the lap windings 311, 313 and the electric conductor forming part of the wave windings 312, 324 are disposed inside one slot. It is thus possible to conduct jointing work of plurality of segments by means of an automatic device suitable for mass production.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-92766

(P2000-92766A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int. Cl.

識別記号

F I

テ-マ-ト\* (参考)

H 0 2 K 3/28

H 0 2 K 3/28

Z 5 H 6 0 3

3/12

3/12

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-252816

(22) 出願日 平成10年9月7日 (1998.9.7)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 梅田 敦司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会

社デンソー内

(72) 発明者 志賀 孜

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会

社デンソー内

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

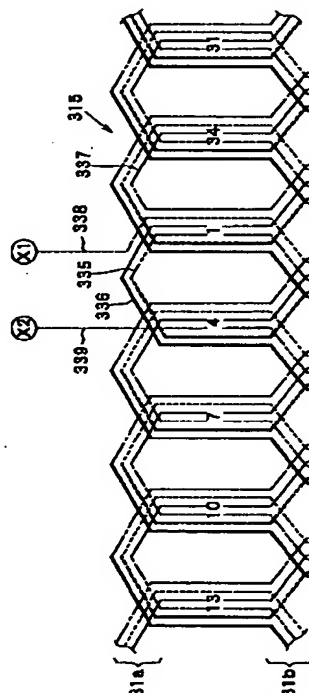
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用交流発電機の固定子

(57) 【要約】

【課題】 セグメントを使用した巻線工程を容易にする固定子を提供すること。

【解決手段】 固定子鉄心32には、スロット35一つあたり  $(4n+2)$  本 ( $n$ : 自然数) の電気導体33が配置され、固定子鉄心32の軸方向端面の一方に形成され電気導体33どうしの接続部を多重に配置してなる第一コイルエンド群31aと、固定子鉄心32の軸方向端面の他方に形成され重ね巻の巻線と波巻の巻線とが混在するスロット35一つあたり  $(4n+2)$  ターンの固定子巻線を形成するように電気導体33どうしを接続してなる第二コイルエンド群32aとを備えることを特徴としている。これにより、重ね巻の巻線と波巻の巻線とを混在させることにより、車両用交流発電機1の巻線としてのターン数を確保しつつ、コイルエンド群31a、32aにおける電気導体33間の干渉を防止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のスロット(35)を持つ固定子鉄心(32)と、前記固定子鉄心(32)に装備された複数の電気導体(33)を接続してなる固定子巻線とを有する車両用交流発電機の固定子において、前記固定子巻線に含まれる一の相の巻線(315)は、重ね巻の巻線(311、313)と波巻の巻線(312、324)とを接続して構成されており、一つの

前記スロット(35)内には、前記重ね巻の巻線(311、313)の一部を構成する前記電気導体(33)と、前記波巻の巻線(312、324)の一部を構成する前記電気導体(33)とが配置されていることを特徴とする車両用交流発電機の固定子。

【請求項2】 前記スロット(35)一つあたり(4n+2)本(n:自然数)の前記電気導体(33)が配置されていることを特徴とする請求項1に記載の車両用交流発電機。

【請求項3】 複数のスロット(35)を持つ固定子鉄心(32)と、前記固定子鉄心(32)に装備された複数の電気導体(33)を接続してなる固定子巻線とを有する車両用交流発電機の固定子において、前記固定子鉄心(32)には、前記スロット(35)一つあたり(4n+2)本(n:自然数)の前記電気導体(33)が配置され、前記固定子鉄心(32)の軸方向端面の一方に形成され、前記電気導体(33)の接続部を多重に配置してなる第一コイルエンド群(31a)と、前記固定子鉄心(32)の軸方向端面の他方に形成される第二コイルエンド群(31b)とを備え、前記第二コイルエンド群(31b)において、前記電気導体(33)は、重ね巻の巻線(311、313)と波巻の巻線(312、314)とが混在するように接続されていることを特徴とする車両用交流発電機の固定子。

【請求項4】 前記電気導体(33)の接続は、前記第一コイルエンド群(31a)においては、ターン部(331c、332c、333c)によりなされており、前記第二コイルエンド群(31b)においては、接合によってなされていることを特徴とする請求項3に記載の車両用交流発電機の固定子。

【請求項5】 前記スロット(35)内において前記電気導体(33)は径方向にのみ配列され、前記第一コイルエンド群(31a)において、前記電気導体(33)は、一のスロット(35)内での径方向最外層側からの配列順番と他のスロット(35)内での径方向最内層側からの配列順番とが同じである前記電気導体(33)が接続されており、前記第二コイルエンド群(31b)において、前記電気導体(33)は、一のスロット(35)内での径方向最外層側から交互に周方向逆向きに延ばされ、異なるスロット(35)から伸びて径方向に隣接している前記電気

導体(33)が接続されていることを特徴とする請求項3または請求項4に記載の車両用交流発電機の固定子。

【請求項6】 前記波巻の巻線(312、314)は前記重ね巻の巻線(311、313)に取り囲まれていることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一つに記載の車両用交流発電機の固定子。

【請求項7】 前記固定子巻線は、前記スロット(35)一つあたりのターン数が(4n+2)ターン(n:自然数)であることを特徴とする請求項2から請求項6のいずれか一つに記載の車両用交流発電機の固定子。

【請求項8】 前記固定子巻線は、前記スロット(35)一つあたりのターン数が(2n+1)ターン(n:自然数)である巻線に2分割され、この2分割された巻線は並列接続されていることを特徴とする請求項2から請求項6のいずれか一つに記載の車両用交流発電機の固定子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関により駆動される交流発電機に関し、乗用車、トラック等あるいは船舶などの乗り物に搭載可能な車両用交流発電機の固定子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】車両用交流発電機の固定子の巻線構造として、1つの相の巻線をつぎめのない連続線を用いて構成するものが知られている。また、あらかじめヘアピン状に屈曲した(以下、この屈曲した部分をターン部と称する)多数のセグメントを用い、セグメントの端部を接合して一連の巻線を構成する構造が知られている。

【0003】セグメントを用いた車両用交流発電機の固定子としては、国際公開第92/06527号パンフレット(1992)に記載の構成が知られている。上記従来技術には、セグメントの接合部を固定子鉄心の片側に環状に配置し、半田付けや溶接による接合を自動化しやすくする構成が提案されている。ここに示された構成によれば、スロット内に4本のセグメントが配置される。そして、個々の巻線の反転接続部や中間接続部に対応したセグメントをあらかじめ個別に作成してスロット内に配置し、これらを接合することによって1相あたり4ターンの波巻き固定子巻線を形成している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】国際公開第92/06527号パンフレット(1992)では、図13のように、ひとつのスロット内の外層側と内層側に2本ずつ配置されたセグメントを使って4ターンの波巻巻線を形成している。図12に1相分の巻線仕様図を示す。ここで、図の中央横一列に並ぶ数字はスロット番号を表す。また、図12の実線は図13のAの位置に挿入されている電気導体で構成される1ターンの巻線を表し、同様に1点鎖線はB、2点鎖線はC、そして破線はDの位置に

対応している。

【0005】複数のセグメントには、同じ長さ、同じ形状を持った複数の基本セグメント105が含まれている。この基本セグメント105は、その2本の直線部が、基本の1磁極ピッチ離れたスロット内にそれぞれ位置するように配置される。そして、複数の基本セグメントが規則的に配置され、規則的に接合されることで、固定子鉄心を1周する1ターンの巻線が形成される。

【0006】しかし、この従来技術では、1つのスロット内に4本の電気導体が収容されるため、固定子鉄心を4周する波巻巻線が形成される。このため、各周の波巻巻線を直列接続するために、基本セグメント105とは異なる形状の異形セグメントを用いている。この従来技術では、1周めと2周めとを接続する異形セグメント100、2周めと3周めとを接続する異形セグメント101および3周めと4周めとを接続する異形セグメント102を用いている。

【0007】さらに、巻線の出力端としての2本の引出線X1、X2を形成するために、2本の異形セグメント103と異形セグメント104とが用いられている。従って、この従来技術では、1相の4ターンの巻線を形成するためには、合計5本の異形セグメントを必要とする。このように、従来技術の構成ではスロット内に配置される電気導体の数、すなわちターン数「T」に対して「T+1」本の異形セグメントを必要とする。このようなターン数より多い異形セグメントを必要とする構成では、セグメントの配置作業を煩雑として、生産性を低下させる。

【0008】また、従来技術の内外複層、周方向複列の電気導体配置では、大きい断面積のスロットが求められ、相対的に磁束を通すティースの断面積を減少させるをえない。これでは、鎖交する磁束が減少してしまう。また、コイルエンドにおける基本セグメントの干渉を回避して、基本セグメントをコイルエンドにおいて規則的に配列するためには、スロット内において電気導体が径方向に偶数の層をなすように配置する必要があるが、径方向2層、周方向2列を基本とする従来技術では、4ターン以上の多ターンを実現が困難である。

【0009】例えば、周方向を3列とすると6ターンを構成できるが、大きな幅のスロットが求められ、相対的にティースの断面積が減少するという問題点がある。さらに、セグメントを接合する接合部の周方向の間隔が小さくなり、接合部間の絶縁が困難となる。このため、周方向の列を2列以上とする構成は実用上の問題がある。

【0010】また、径方向の層を4層とすると、8ターンが可能であるが、4の倍数の電気導体を1スロット内に収容するため、特定のターン数の巻線しか構成できない。これではターン数の自由度が低く、車両用交流発電機に必要とされる出力特性を実現することができないことがあった。また、上記従来技術では、セグメントを用

いて固定子巻線を重ね巻（ループ巻）にすることができるといふ旨の記載がある。しかし、上記従来技術には、セグメントを用いた重ね巻を実施することが可能な程度の記載がされていない。

【0011】本発明は、コイルエンドにおける基本セグメントの干渉を回避しながら、要求される出力特性を満足し得る巻線をもった車両用交流発電機の固定子を提供することを目的とする。本発明は、コイルエンドにおける基本セグメントの干渉を回避しながら、求められる所定のターン数をもった車両用交流発電機の固定子を提供することを目的とする。

【0012】本発明は、異形セグメントの数を少なくすることを目的とする。本発明は、コイルエンドにおけるセグメントの接合部の近接を抑えることを目的とする。本発明は、奇数ターンの巻線を備えた車両用交流発電機の固定子を提供することを目的とする。

【0013】本発明は、複数のセグメントの接合作業が容易な車両用交流発電機の固定子を提供することを目的とする。本発明は、作業者の手作業によることなく、大量生産に適した自動化された装置によって複数のセグメントの接合作業を遂行可能な車両用交流発電機の固定子を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、固定子巻線に含まれる一の相の巻線（315）は、重ね巻の巻線（311、313）と波巻の巻線（312、324）とを接続して構成されており、一つのスロット（35）内には、重ね巻の巻線（311、313）の一部を構成する電気導体（33）と、波巻の巻線（312、324）の一部を構成する電気導体（33）とが配置されていることを特徴としている。

【0015】これにより、重ね巻の巻線（311、313）と、波巻の巻線（312、324）とを混在させてひとつの相の巻線（315）を構成しているから、要求される出力特性を実現することができる。請求項2に記載の発明においては、スロット（35）一つあたり（ $4n+2$ ）本（ $n$ ：自然数）の電気導体（33）が配置されていることを特徴としている。これにより、（ $4n+2$ ）本（6、10、14……）といった、奇数の倍数の電気導体（33）をスロット（35）内に配置して巻線を構成できる。

【0016】請求項4に記載の発明においては、電気導体（33）どうしの接続は、第一コイルエンド群（31a）においては連続線を用いてなされており、第二コイルエンド群（31b）においては接合によってなされていることを特徴としている。これにより、各電気導体（33）はU字状のセグメント（331、332、333）として形成される。そして、第一コイルエンド群（31a）においては、U字状セグメント（331、3

32、333)のターン部(331c、332c、333c)で電気導体(33)どうしが接続されることとなる。また、第二コイルエンド群(31b)においては、電気導体(33)どうしは接合によって接続されることとなるが、電気導体(33)どうしの接合は第二コイルエンド群(31b)に集中させることができるので、製造工程を容易にすることが可能となる。

【0017】請求項5に記載の発明では、スロット(35)内において電気導体(33)は径方向にのみ配列され、第一コイルエンド群(31a)において電気導体(33)は一のスロット(35)内での径方向最外層側からの配列順番と他のスロット(35)内での径方向最内層側からの配列順番とが同じである電気導体(33)どうしが接続されており、第二コイルエンド群(31b)において電気導体(33)は一のスロット(35)内での径方向最外層側から交互に周方向逆向きに延ばされ異なるスロット(35)から伸びて径方向に隣接している電気導体(33)どうしが接続されていることを特徴としている。

【0018】これにより、第二コイルエンド群(31b)においては、重ね巻(311、313)と波巻(312、314)とが混在した巻線(315)を形成するための接合部が径方向に並んでいる電気導体(33)の端部どうしとなるので、接合工程をさらに容易にできる。また、スロット(35)あたりの電気導体(33)数が最少ない6本の場合でU字状のセグメントを用いた構成では、第一コイルエンド群(31a)において、一のスロット(35)の最外径層と他のスロット(35)の最内径層にある電気導体が大セグメント(331)により形成され、最外径層より1層だけ内側にある電気導体と他のスロット(35)の最内径層より1層だけ外側にある電気導体の中セグメント(332)により形成され、最外径層より2層だけ内側にある電気導体と他のスロット(35)の最内径層より2層だけ外側にある電気導体の小セグメント(333)により形成される。

【0019】よって、大セグメント(331)と中セグメント(332)と小セグメント(333)のターン部(331c、332c、333c)を成形後、3本をそろえて同時にスロット(35)に導入できる。また、大セグメント(331)と中セグメント(332)と小セグメント(333)のターン部(331c、332c、333c)を同時に成形することも可能である。また、このように固定子巻線を構成すると、大セグメント(331)と中セグメント(332)と小セグメント(333)と形状が異なる異形セグメントを5本に抑えることができる。以上により、さらに生産性を高め、製造コストを低減できる。

【0020】請求項6に記載の発明では、波巻の巻線(312、314)は重ね巻の巻線(311、313)

に取り囲まれていることを特徴としている。請求項7に記載の発明では、固定子巻線はスロット(35)一つあたりのターン数が $(4n+2)$ ターン( $n$ :自然数)であることを特徴としている。これにより、車両用交流発電機(1)の所望の出力を得るために、奇数の倍数のターンの固定子巻線を必要とする場合にも、コイルエンド(31a、31b)において干渉なく、規則的な接続によって巻線を構成することができる。

【0021】請求項8に記載の発明では、固定子巻線はスロット(35)一つあたりのターン数が $(2n+1)$ ターン( $n$ :自然数)である巻線に2分割され、この2分割された巻線は並列接続されていることを特徴としている。これにより、車両用交流発電機(1)の所望の出力を得るために、奇数ターンの固定子巻線を必要とする場合にも、コイルエンド(31a、31b)において干渉なく、規則的な接続によって巻線を構成することができる。

【0022】なお、上記した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、この発明の車両用交流発電機を図に示す各実施形態に基づいて説明する。

(第一実施形態)図1から図7はこの発明の第一実施形態を示したもので、図1は車両用交流発電機の主要部断面、図2から図8は本実施形態の固定子の説明図である。

【0024】車両用交流発電機1は、電機子として働く固定子2と、界磁として働く回転子3と、固定子2並びに回転子3を支持するハウジング4と、交流電力を直流電力に変換する整流器5を備えて構成されている。回転子3は、シャフト6と一体になって回転するもので、ランデル型ボールコア7、界磁コイル8、スリップリング9、10、冷却ファン11、12を備えている。シャフト6は、プーリ20に連結され、自動車に搭載された走行用のエンジン(図示せず)により回転駆動される。

【0025】ランデル型ボールコア7は一組のボールコアを組合わせて構成されている。ランデル型ボールコア7は、シャフト6に組付られたボス部71およびボス部71の両端より径方向に延びるディスク部72、及び12個の爪状磁極部73により構成されている。ハウジング4の軸方向端面には吸入孔41が設けられている。そして、ハウジング4の外周両肩部には、固定子2の第一コイルエンド群31aと第二コイルエンド群31bとの径方向外側に対応して冷却風の排出孔42が設けられている。

【0026】固定子2は、固定子鉄心32と、固定子鉄心32に形成されたスロット35内に配置された複数の電気導体により構成される固定子巻線と、固定子鉄心32と電気導体との間を電気絶縁するインシュレータ34

とにより構成される。図2は固定子2の部分的な断面図、図3は固定子鉄心32に装着されるセグメント33の模式的形状を示す斜視図である。図2に示すように、固定子鉄心32には、多相の固定子巻線を収容できるように、複数のスロット35が形成されている。本実施形態では、回転子3の磁極数に対応して、3相の固定子巻線を収容するように、36本のスロット35が、等間隔に配置されている。

【0027】固定子鉄心32のスロット35に装備された固定子巻線は、1本1本の電気導体として把握することができ、複数のスロット35のそれぞれの中には、偶数本（本実施形態では6本）の電気導体が収容されている。また、一のスロット35内の6本の電気導体は、固定子鉄心32の径方向に関して内側から第1層、第2層、第3層、第4層、第5層、第6層の順で一列に配列されている。これら電気導体が所定のパターンで接続されることにより、固定子巻線が形成される。なお、本実施形態では、異なるスロット35内の電気導体は、コイルエンド部において接続されている。固定子鉄心32の一方の端部のコイルエンド部においては、2つの電気導体を連続した導体により形成することで、その接続部によって2つの電気導体が接続されている。また、固定子鉄心32の一方の端部のコイルエンド部においては、2つの電気導体の端部を接合することにより、2つの電気導体が接続されている。

【0028】各スロット35内の1本の電気導体は、所定の磁極ピッチ離れた他のスロット35内の1本の他の電気導体と対をなしている。特に、コイルエンド部における複数の電気導体間の隙間を確保し、整列して配置するために、一のスロット35内の所定の層の電気導体は、所定の磁極ピッチ離れた他のスロット35内の他の層の電気導体と対をなしている。

【0029】例えば、一のスロット35内の第1層の電気導体331aは、固定子鉄心32の時計回り方向に向けて1磁極ピッチ離れた他のスロット35内の第6層の電気導体331bと対をなしている。同様に、一のスロット35内の第2層の電気導体332aは固定子鉄心32の時計回り方向に向けて1磁極ピッチ離れた他のスロット35内の第5層の電気導体332bと、そして一のスロット35内の第3層の電気導体333aは固定子鉄心32の時計回り方向に向けて1磁極ピッチ離れた他のスロット35内の第4層の電気導体333bと対をなしている。従って、スロット内に収容された電気導体は、径方向に関して対称に位置する電気導体と対をなすように、偶数の層をなして配置されている。

【0030】そして、これらの対をなす電気導体は、固定子鉄心32の軸方向の一方の端部において連続線を用いることにより、ターン部331c、332c、333cを経由することで接続される。従って固定子鉄心32の一方の端部においては、第3層の電気導体と第4層の

電気導体とを接続する接続線を、第2層の電気導体と第5層の電気導体とを接続する接続線が囲むこととなる。また、第2層の電気導体と第5層の電気導体とを接続する接続線を、第1層の電気導体と第6層の電気導体とを接続する接続線が囲むこととなる。このように、固定子鉄心32の一方の端部においては、対をなす電気導体の接続部が、同じスロット35内に収容された他の対をなす電気導体の接続部により囲まれる。第3層の電気導体と第4層の電気導体との接続により内層コイルエンドが形成され、第2層の電気導体と第5層の電気導体との接続により中層コイルエンドが形成され、第1層の電気導体と第6層の電気導体との接続により外層コイルエンドが形成される。

【0031】一方、一のスロット35内の第2層の電気導体332aは、固定子鉄心32の時計回り方向に向けて1磁極ピッチ離れた、他のスロット35内の第1層の電気導体331a'とも対をなしている。また、一のスロット35内の第3層の電気導体333a'は、固定子鉄心32の反時計回り方向に向けて1磁極ピッチ離れた他のスロット35内の第4層の電気導体333b'と対をなし、一のスロット35内の第5層の電気導体332bは、固定子鉄心32の反時計回り方向に向けて1磁極ピッチ離れた他のスロット35内の第6層の電気導体331b'と対をなしている。そして、これらの電気導体は固定子鉄心32の軸方向の他方の端部において接合により接続される。

【0032】従って、固定子鉄心32の他方の端部においては、第1層の電気導体と第2層の電気導体とを接続する接合部と、第3層の電気導体と第4層の電気導体とを接続する接合部と、第5層の電気導体と第6層の電気導体とを接続する接合部とが、径方向に並んでいる。第1層の電気導体と第2層の電気導体との接続、第3層の電気導体と第4層の電気導体との接続、および第5層の電気導体と第6層の電気導体との接続により隣接層コイルエンドが形成される。

【0033】このように固定子鉄心32の他方の端部においては、対をなす電気導体の接続部が、重複することなく径方向に並べて配置される。さらに、複数の電気導体は、平角断面をもった電気導体を所定形状に成形したセグメントにより提供される。図3に図示されるように、第1層の電気導体と第6層の電気導体とが、一連の電気導体をほぼU字状に成形してなる大セグメント331により提供される。そして、第2層の電気導体と第5層の電気導体とが一連の電気導体をほぼU字状に成形してなる中セグメント332により提供され、第3層の電気導体と第4層の電気導体とが一連の電気導体をほぼU字状に成形してなる小セグメント333により提供される。

【0034】大セグメント331と中セグメント332と小セグメント333とは基本セグメント33を構成す

10

20

30

40

50

る。そして、基本セグメント33を規則的にスロット35に配置して、固定子鉄心32の周りを4周するコイルが形成される。しかし、固定子巻線の引出線を構成するセグメント、1周めと2周めとを接続するターン部、2周めと3周めとを接続するターン部及び3周めと4周めとを接続するターン部は基本セグメント33とは形状の異なる異形セグメントで構成される。そして、本実施形態の場合、異形セグメントの本数は1相あたり5本となる。

【0035】巻線仕様図を3相巻線のうちの1相であるX相について、図4から図8を使用して説明する。第1層を1点鎖線、第2層を細い破線、第3層を細い実線、第4層を2点鎖線、第5層を太い破線、第6層を太い実線で示す。また、上段がターン部を配列してなる第一コイルエンド群31aであり、下段が接合部を配列してなる第二コイルエンド群31bである。また、図の中央に横一列に並ぶ数字はスロット番号を表す。

【0036】まず、図4に示すように、セグメント33はスロット番号の1番から3スロットおきに配置される。第二コイルエンド群31bにおいて、一のスロットから出た第2層の電気導体の端部は固定子鉄心32の時計周り方向に向けて1磁極ピッチ離れた他のスロットから出た第1層の電気導体の端部と、また、一のスロットから出た第6層の電気導体の端部は固定子鉄心32の時計周り方向に向けて1磁極ピッチ離れた他のスロットから出た第5層の電気導体の端部と接合される。そして、スロットあたり2ターンの重ね巻の第1巻線311が形成される。

【0037】また、図5に示すように、第二コイルエンド群31bにおいて、一のスロットから出た第4層の電気導体の端部は固定子鉄心32の時計周り方向に向けて1磁極ピッチ離れた他のスロットから出た第3層の電気導体の端部と接合される。そして、スロットあたり1ターンの波巻の第2巻線312が形成される。同様に、図6に示すように、スロットあたり2ターンの重ね巻の第3巻線313が形成され、図7に示すように、スロットあたり1ターンの波巻の第4巻線314が形成される。

【0038】これら図4から図7の巻線311～314は、図8に示すように、第1巻線311の端部XX1と第2巻線312の端部XX2と、第2巻線312の端部XX3と第3巻線313の端部XX4と、第3巻線313の端部XX5と第4巻線314の端部XX6とが連結される。そして、スロットあたり6ターンの巻線315が形成される。

【0039】このX相の巻線では、基本セグメント33である大セグメント311、中セグメント312および小セグメント313とは形状が異なっている異形セグメントは、第1巻線311の端部XX1と第2巻線312の端部XX2とを連結するターン部を有するセグメント335、第2巻線312の端部XX3と第3巻線313

の端部XX4とを連結するターン部を有するセグメント336、第3巻線313の端部XX5と第4巻線314の端部XX6とを連結するターン部を有するセグメント337、巻線端X1を有するセグメント338および巻線端X2を有するセグメント339の5つである。異形セグメントが5つに抑えられることは、次のように説明できる。

【0040】図4に示す第1巻線311は、上述のように規則的に接合してできる環状の巻線において、1番と4番のスロット35に挿入されている中セグメント332のターン部332cを切断することによって得ることができる。また、図5に示す第2巻線312は、上述のように規則的に接合してできる環状の巻線において、1番と34番のスロット35に挿入されている小セグメント333のターン部333cを切断することによって得ることができる。

【0041】同様に、図6に示す第3巻線313は、規則的に接合してできる環状の巻線において、1番と4番のスロット35に挿入されている大セグメント331のターン部331cを、そして図7に示す第4巻線314は、1番と4番のスロット35に挿入されている小セグメント333のターン部333cを切断することによって得ることができる。

【0042】そして、切断した端部どうしを、上述のように適当に接合することにより、1本の巻線315を形成している。このように、4つの環状の巻線を4箇所切断し、一の環の切断部と他の環の切断部とを接続して1本の巻線にすることで、巻線315を形成できる。そのため、必要な異形セグメントは5つである。X相と同様にして、互いに120度ずつ位相の異なるスロットにY相、Z相が形成される。X相の巻線端X1、および図示せぬY相、Z相の巻線端Y1、Z1は、整流器5に接続され、巻線端X2は中性点として図示せぬY2、Z2と接続される。そして、図9に示すようにこれらの3相が星形結線される。図8に示した巻線では、整流器5につながる巻線端X1は、第一コイルエンド群31a側から軸方向に取り出されている。

【0043】固定子巻線の製造工程を以下に説明する。基本セグメント33は、U字状の小セグメント333のターン部333cをU字状の中セグメント332のターン部332cが囲むように、そしてU字状の中セグメント332のターン部332cをU字状の大セグメント331のターン部331cが囲むように描えられ、固定子鉄心32の軸方向側面の一方側から挿入される。その際、大セグメント331の一方の電気導体331aは固定子鉄心32の一のスロットの第1層に、中セグメント332の一方の電気導体332aは前記一のスロットの第2層に、小セグメント333の一方の電気導体333aは前記一のスロットの第3層に挿入される。また、大セグメント331の他方の電気導体331bは固定子鉄



心32の前記一のスロットから時計方向に1磁極ピッチ離れた他のスロットの第6層に、中セグメント332の他方の電気導体も前記他のスロットの第5層に、小セグメント333の他方の電気導体も前記他のスロットの第4層に挿入される。

【0044】その結果、図2に示すように一のスロットには最内層側から、上述の電気導体として直線部331a、332a、333a、333b'、332b'、331b'が一列に配置される。ここで、333b'、332b'、331b'は1磁極ピッチずれた他のスロット35内の電気導体と対をなしている大中小の各セグメントの直線部である。

【0045】挿入後、第二コイルエンド群31bにおいて、第1層、第6層に位置している電気導体は、大セグメント331が開く方向に接合部331d、331eが1.5スロット分傾けられる。そして、第2層、第5層の電気導体は、中セグメント332が閉じる方向に接合部332d、332eが1.5スロット分傾けられる。そして、第3層、第4層の電気導体は、小セグメント333が開く方向に接合部333d、333eが1.5スロット分傾けられる。

【0046】以上の構成を、全てのスロット35のセグメント33について繰り返す。そして、第二コイルエンド群31bにおいて、第1層の接合部331d'と第2層の接合部332dとが、そして、第3層の接合部333d'と第4層の接合部333e'とが、そして、第5層の接合部332eと第6層の接合部331e'とが溶接、超音波溶着、アーク溶接、ろう付け等の手段によって接合され、電気的に接続される。

【0047】なお、基本セグメント33は銅平板から、プレス等で略U字型形状に成形される。大セグメント331、中セグメント332、小セグメント333は個別に成形しても良いし、銅平板から3本を同時に成形しても良い。また、各セグメント331~333は直線の平角断面を持つ電気導体をひねって形成してもよい。ターン部の形状は、図3に示すようなコの字形に限らず、円弧状としてもよい。

【0048】この実施形態では、スロット35内に径方向に配列された $4n+2$ 本( $n$ :自然数、本実施形態では $n=1$ )の電気導体を1ユニットとして、これを一つのスロット35内に配置する構成を採用している。そして、固定子鉄心32の一方の端部においては、一つのスロット35から出る内層側 $m$ 本の電気導体を固定子鉄心32の全周に渡って一方向に傾斜させ、一つのスロット35から出る外層側 $m$ 本の電気導体を固定子鉄心32の全周に渡って他方向に傾斜させている。また、固定子鉄心32の他方の端部においては、一つのスロット35から出る $4n+2$ 本の電気導体を各層毎に固定子鉄心32の全周にわたって交互方向に傾斜させている。

【0049】この形状を採用することにより、ほとんど

の電気導体を、多重に配置されたU字状の基本セグメント33によって提供している。なお、適所に異形セグメントが装着されている。なお、 $m=(4n+2)/2$ である。これら基本セグメント33の $m$ 重に配置されたターン部で、一方のコイルエンド群が形成されている。また、これらのセグメントの固定子鉄心32から突出する端部で、他方のコイルエンド群が形成されている。

【0050】この他方のコイルエンド群においては、複数のセグメントの先端部が接合されている。特に、この実施形態では、複数の接合部は、コイルエンド群の表面に露出して、多重の環状に配置される。すなわち、すべての接合部は、コイルエンド群の最も外側に配置され、規則的に配列されている。このため、すべての接合部に対して外側から接合装置を直接に到達させることができる。しかも、接合部への接合装置の位置決めを確実に行うことができ、接合工程の高度な自動化が可能となる。

【0051】この接合部は $m$ 重の環状をなすように配列されており、反対側のコイルエンド群において、 $m$ 重に配置されたセグメントのターン部と共同して、一連の固定子巻線を形成する。しかも、一つの相の固定子巻線の中に、重ね巻の巻線と波巻の巻線とが混在する。すなわちこの実施形態では、一方のコイルエンド群においては、所定ピッチ離れた2つのスロット35内の内外方向対称層の2つの電気導体を $m$ 重に配置されたターン部により接続し、他方のコイルエンド群においては、所定ピッチ離れた2つのスロット35内の隣接する層の2つの電気導体を接続するという構成を採用することで、重ね巻の巻線と波巻の巻線とが混在する固定子巻線を形成している。

(第一実施形態の作用効果)上記構成とすることにより、第一コイルエンド群31aおよび第二コイルエンド群31bにおいて、各層の電気導体は同一方向に傾斜している。そのため、同じ層のセグメントどうしが干渉することなく、スロットあたり6ターンの巻線315を形成することができる。この時、異形セグメントは1相あたり5本のみで済み、他はすべて基本セグメント33の配置で巻線を構成できる。

【0052】また、第二コイルエンド群31bに接合部を描えることができ、作業性を改善できる。その一方で多数の接合部を、3重の環状に等間隔に配置できる。そのため、接合部間の距離の近接を抑制でき、溶接などの接合工程を容易にできる。たとえば、溶接装置の位置決め、溶接したい部位への位置合わせなどが容易になるなど、生産性の向上が可能である。

【0053】さらに、セグメント33は第一コイルエンド群31aにおいて、大セグメント331が中セグメント332を、中セグメント332が小セグメント333を囲むように3重のターン部を形成している。そのため、3本のセグメントをそろえて同時にスロットに導入できることや、ターン部の成形加工において3本を同時



に製作することも可能であるので、生産性をより向上させることができる。

【0054】また、本実施形態の巻線は、第3層と第4層の電気導体により形成される波巻の巻線を、第1層、第2層、第4層、第6層の電気導体により形成される重ね巻の巻線が取り囲むように構成されている。上記の実施形態によると、重ね巻の巻線と、波巻の巻線とを接続して1相の巻線を構成しているため、所要の出力特性を得ることができる。

【0055】しかも、重ね巻の巻線により得られる多いターン数と、波巻の巻線により得られる少ないターン数とを組み合わせることで、重ね巻だけでは得られないターン数を実現することができる。さらに、上記実施形態によると、異形セグメントの使用数を少なくすることができる。また、一方のコイルエンド部にセグメントの接合部を集中させているため、接合作業が容易である。

【0056】このように上記実施形態によると、優れた生産性と、必要な出力特性とを両立することができる。

(第二実施形態) 第一実施形態より多いターン数の巻線は、以下のようにして実現することができる。

【0057】第一実施形態では、スロット内の電気導体の数 $N$ =ターン数 $(T)=6$ としたが、スロット内の電気導体の数 $N=4n+2$ ( $n$ :自然数)の場合に、同様の構成を適用することができる。例えば、 $n=2$ として、スロット内の電気導体を10本として1相の巻線を構成することができる。この第2実施形態では、第一実施形態の基本セグメント33を更に2本のU字状のセグメントで囲むようにして5重のターン部を形成するようにする。図10はスロットあたりの電気導体数が10本の場合の第一コイルエンド群31aを示す模式図である。5重に重ねられたU字状のセグメントのうち、最内側セグメントで波巻、内側から2重目と3重目のセグメント及び内側から4重目と5重目のセグメントで重ね巻の巻線を形成する。そして、これらを第一実施形態と同様に異形セグメントで接続することにより、1本の巻線を得ることができる。なお、追加される2本のU字状セグメントによって、2環の重ね巻の巻線が形成されるので、増加する異形セグメントの数は2である。

【0058】スロットあたりの電気導体数が、14本、18本というように、増加した場合も、外側に追加される2本ずつのU字状セグメントで重ね巻を形成することで、同様の巻線を得ることができる。また、スロットあたりの電気導体数が4本増加するごとに、異形セグメントの数は2ずつ増加する。このようにして得られた巻線においても、各層の電気導体を同一方向に傾斜させることができるため、同じ層のセグメントどうしが干渉することなく、スロットあたり $4n+2$ ターンの巻線を形成することができる。この時、異形セグメントは1相あたり $2n+3$ 本のみで済み、他はすべて基本セグメント33の配置で巻線を構成できる。

【0059】また、第二コイルエンド群31bに接合部を描えることができ、作業性を改善できる。その一方で多数の接合部を、 $2n+1$ 重の環状に等間隔に配置できる。そのため、接合部間の距離の近接を抑制でき、溶接などの接合工程を容易にできる。たとえば、溶接装置の位置決め、溶接したい部位への位置合わせなどが容易になるなど、生産性の向上が可能である。

【0060】さらに、セグメントをそろえて同時にスロットに導入できることや、ターン部の成形加工において複数本を同時に製作することも可能であるので、生産性をより向上させることができる。

(第三実施形態) 第一及び第二実施形態においては、スロットあたりターン数が偶数である場合を示した。しかし、車両用交流発電機の所望の出力を得るために、スロットあたりのターン数を奇数としたい場合には、以下のようにして巻線を構成することができる。

【0061】第一実施形態における第1巻線311と第2巻線312とを直列に接続したものと、第3巻線313と第4巻線314とを直列にしたものとを並列に接続することにより、図11に示すように、スロットあたり3ターンの巻線を接続したものを得ることができる。このように、スロットあたり $4n+2$ ( $n$ :自然数)本の電気導体から構成される複数の巻線を2分割し、並列接続することにより、スロットあたり $2n+1$ ターン、すなわち奇数ターンの巻線を得ることができる。

【0062】これにより、セグメント制作および巻線工程の生産性を向上させ、製造コストの低減をすることができるとともに、奇数ターンの巻線を得ることができる。

(他の実施形態) 第一から第三の実施形態においては基本セグメント33の形状を、一のセグメントのターン部が他のセグメントのターン部を囲むU字状とした。しかし、棒状のセグメントをスロット35に挿入し、第一から第三の実施形態においてセグメントのターン部により接続していた部分を接合により接続してもよい。この場合は、双方のコイルエンドにおいて、電気導体が接合により接続されて電気巻線を形成する。そして、その接合部は一方のコイルエンドにおいては、複数層の環状に並んで位置し、他方のコイルエンドにおいては、一の接合部を他の接合部が囲むように位置する。

【0063】また、一方のコイルエンドにおいて、一の接合部を他の接合部が囲み、他方のコイルエンドにおいて、径方向に隣接する電気導体をU字状セグメントで接続した構成としてもよい。なお、上記第一から第三の実施形態では、引出線は第一コイルエンド群31a側に設けたが、引出線を接合部側である第二コイルエンド群31bに設けても構わない。

【0064】また、回転子3の極数、固定子巻線の相数、固定子の極数は、要求される出力特性などに応じて設定することができる。例えば、16極の回転子、5相

の固定子巻線など任意のものを採用することができる。また、固定子の極数を、回転子の極数 $p$ と、固定子巻線の相数 $n$ とに対して、通常の数 $2$ 倍としてもよい。例えば、 $12$ 極の回転子と、 $3$ 相の固定子巻線とに関して、 $72$ 本のスロットを備える固定子鉄心を用いることができる。かかる構成においては、 $3$ 相結線された固定子巻線を $2$ 組構成することができる。そして、各組の出力を合成することにより、所要の出力特性を得ることができる。また同一出力の下では、電気導体の断面積を小さくできるため、セグメントの加工が容易になる。

【0065】なお、上記実施形態では、固定子巻線は $X$ 相、 $Y$ 相、 $Z$ 相を星形結線して形成したが、 $X$ 相、 $Y$ 相、 $Z$ 相を三角結線して形成してもよい。また、上記実施形態では、セグメントは平角断面のものを用いたが、占積率の観点から少なくともスロット $35$ 内に収容される直線部 $331a$ 、 $331b$ 、 $332a$ 、 $332b$ 、 $333a$ および $333b$ が平角断面であることが望ましいが、丸断面でもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施形態の車両用交流発電機の断面図である。

【図2】第一実施形態の固定子の部分的な断面図である。

【図3】第一実施形態のセグメントの模式的斜視図である。

【図4】第一実施形態の固定子の部分的な巻線仕様図である。

【図5】第一実施形態の固定子の部分的な巻線仕様図である。

【図6】第一実施形態の固定子の部分的な巻線仕様図である。

【図7】第一実施形態の固定子の部分的な巻線仕様図である。

【図8】第一実施形態の固定子の部分的な巻線仕様図である。

【図9】第一実施形態の回路図である。

【図10】第二実施形態の固定子の第一コイルエンド群の模式図である。

【図11】第三実施形態の回路図である。

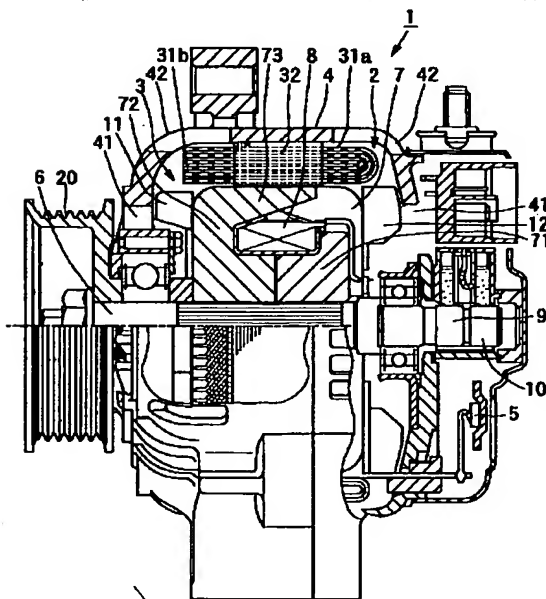
【図12】従来技術の部分的な巻線仕様図である。

【図13】従来技術のスロット $35$ 内での電気導体の配置を示した図である。

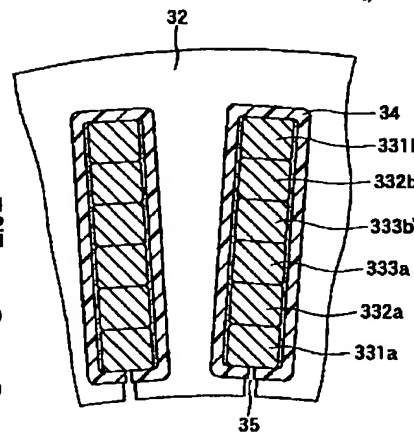
【符号の説明】

1…車両用交流発電機、2…固定子、3…回転子、4…ハウジング、6…シャフト、7…ボールコア、8…界磁コイル、9、10…スリップリング、11、12…冷却ファン、31…コイルエンド、31a…第1コイルエンド群、31b…第2コイルエンド群、32…固定子鉄心、33…基本セグメント、34…インシュレータ。

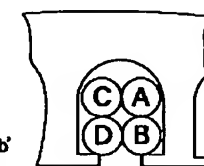
【図1】



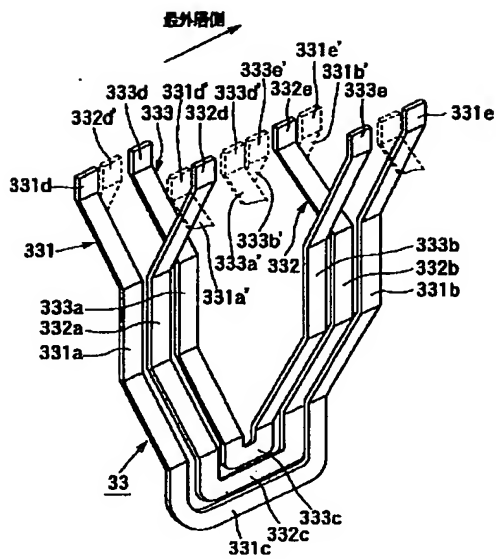
【図2】



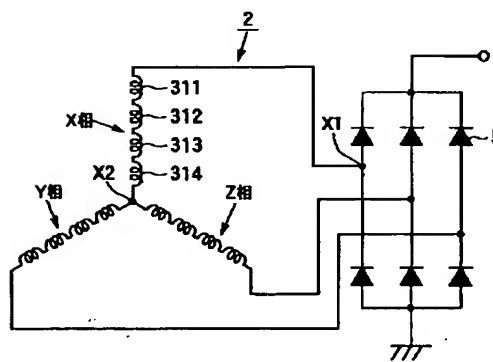
【図13】



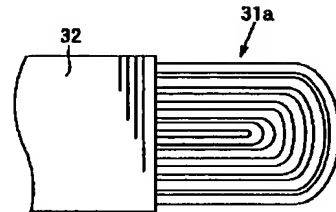
【図3】



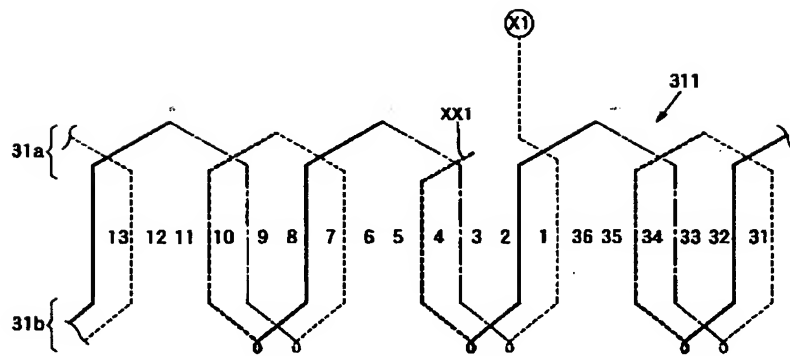
【図9】



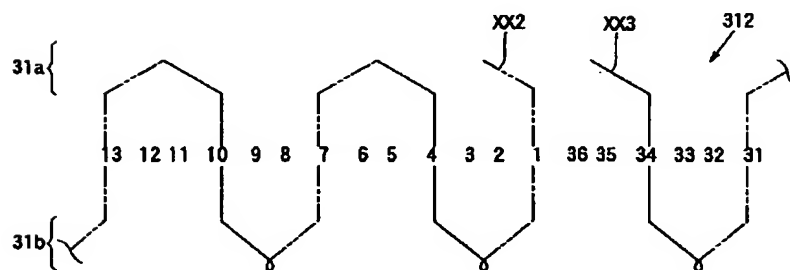
【図10】



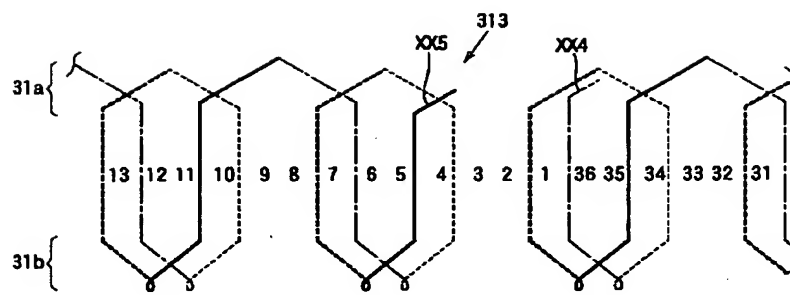
【図4】



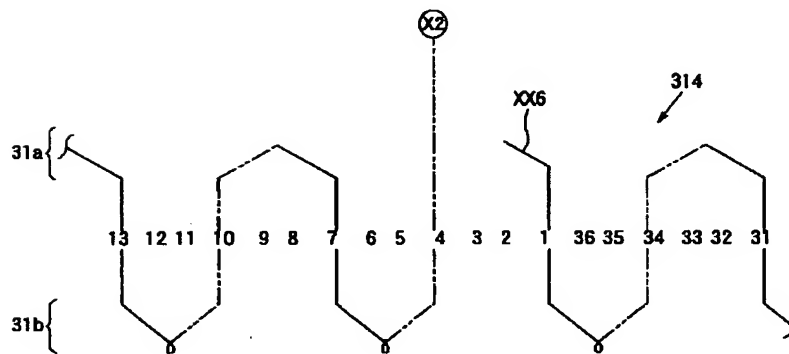
【図5】



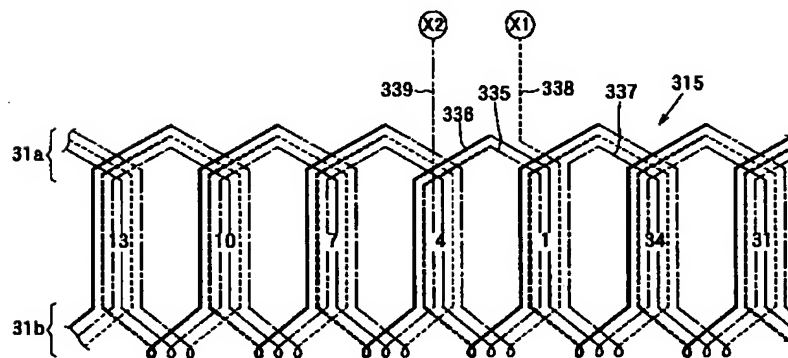
【図6】



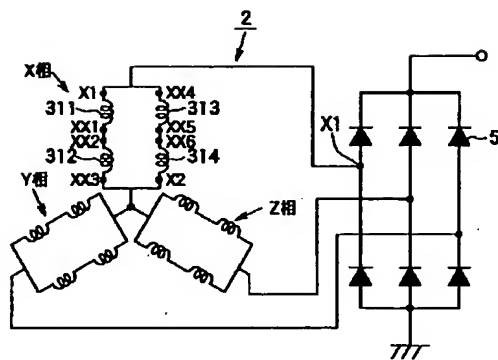
【図7】



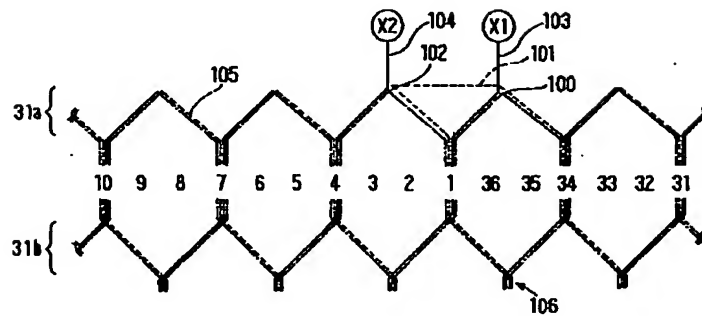
【図8】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 草瀬 新  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

Fターム(参考) 5H603 AA09 BB02 BB05 BB12 CA01  
CA05 CB02 CB17 CB26 CC05  
CC17 CD02 CD08 CD21 CE02